



Docket No. 1232-5086

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant(s): CHATANI, et al.

Group Art Unit:

Serial No.: 10/630,556

Examiner:

Filed: July 30, 2003

For: PROJECTION OPTICAL SYSTEM, PROJECTION TYPE IMAGE DISPLAY  
APPARATUS, AND IMAGE DISPLAY SYSTEM

**CERTIFICATE OF MAILING (37 C.F.R. §1.8(a))**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

I hereby certify that the attached:

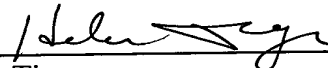
1. Claim to Convention Priority w/document
2. Certificate of Mailing
3. Return postcard receipt

along with any paper(s) referred to as being attached or enclosed and this Certificate of Mailing are being deposited with the United States Postal Service on date shown below with sufficient postage as first-class mail in an envelope addressed to the: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Respectfully submitted,  
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: October 3, 2003

By:

  
Helen Tiger

**Correspondence Address:**

MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.  
345 Park Avenue  
New York, NY 10154-0053  
(212) 758-4800 Telephone  
(212) 751-6849 Facsimile



**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant(s): CHATANI, et al.

Group Art Unit:

Serial No.: 10/630,556

Examiner:

Filed: July 30, 2003

For: PROJECTION OPTICAL SYSTEM, PROJECTION TYPE IMAGE DISPLAY APPARATUS, AND IMAGE DISPLAY SYSTEM

**CLAIM TO CONVENTION PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In the matter of the above-identified application and under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. §1.55, applicant(s) claim(s) the benefit of the following prior application(s):

Application(s) filed in: Japan  
In the name of: Canon Kabushiki Kaisha  
Serial No(s): 2002-221771  
Filing Date(s): July 30, 2002

- ☒ Pursuant to the Claim to Priority, applicant(s) submit(s) a duly certified copy of said foreign application.
- ☐ A duly certified copy of said foreign application is in the file of application Serial No. \_\_\_\_\_, filed \_\_\_\_\_.

Respectfully submitted,  
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: October 3, 2003

By:

  
Joseph A. Calvaruso  
Registration No. 28,287

**Correspondence Address:**

MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.  
345 Park Avenue  
New York, NY 10154-0053  
(212) 758-4800 Telephone  
(212) 751-6849 Facsimile

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 2 年   7 月 3 0 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 2 - 2 2 1 7 7 1  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 2 - 2 2 1 7 7 1 ]

出      願      人            キヤノン株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年   8 月 1 8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



|          |                      |        |  |
|----------|----------------------|--------|--|
| 【書類名】    | 特許願                  |        |  |
| 【整理番号】   | 4649074              |        |  |
| 【提出日】    | 平成14年 7月30日          |        |  |
| 【あて先】    | 特許庁長官殿               |        |  |
| 【国際特許分類】 | G02F 1/13            |        |  |
| 【発明の名称】  | 投射型画像表示装置および画像表示システム |        |  |
| 【請求項の数】  | 14                   |        |  |
| 【発明者】    |                      |        |  |
| 【住所又は居所】 | 東京都大田区下丸子3丁目30番2号    | キャノン株式 |  |
|          | 会社内                  |        |  |
| 【氏名】     | 茶谷                   | 佐和子    |  |
| 【発明者】    |                      |        |  |
| 【住所又は居所】 | 東京都大田区下丸子3丁目30番2号    | キャノン株式 |  |
|          | 会社内                  |        |  |
| 【氏名】     | 須永                   | 敏弘     |  |
| 【発明者】    |                      |        |  |
| 【住所又は居所】 | 東京都大田区下丸子3丁目30番2号    | キャノン株式 |  |
|          | 会社内                  |        |  |
| 【氏名】     | 石井                   | 隆之     |  |
| 【発明者】    |                      |        |  |
| 【住所又は居所】 | 東京都大田区下丸子3丁目30番2号    | キャノン株式 |  |
|          | 会社内                  |        |  |
| 【氏名】     | 樽松                   | 克巳     |  |
| 【発明者】    |                      |        |  |
| 【住所又は居所】 | 東京都大田区下丸子3丁目30番2号    | キャノン株式 |  |
|          | 会社内                  |        |  |
| 【氏名】     | 栗岡                   | 善昭     |  |

**【特許出願人】****【識別番号】** 000001007**【氏名又は名称】** キヤノン株式会社**【代理人】****【識別番号】** 100067541**【弁理士】****【氏名又は名称】** 岸田 正行**【選任した代理人】****【識別番号】** 100104628**【弁理士】****【氏名又は名称】** 水本 敦也**【選任した代理人】****【識別番号】** 100108361**【弁理士】****【氏名又は名称】** 小花 弘路**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 044716**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【ブルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 投射型画像表示装置および画像表示システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 原画を形成する画像表示素子からの光束を、前記原画の中心から最終結像画像の中心に至る光束の主光線である中心主光線に対して傾斜した被投射面に投射する投射光学系であって、

曲率を有する複数の反射面を有し、以下の条件式を満たすことを特徴とする投射光学系。

$$0 < (S_0 \times |\beta|) / S_1 < 8$$

但し、 $S_0$  は、前記被投射面に最も近い瞳面から前記複数の反射面のうち前記被投射面に最も近い最終反射面までの、前記中心主光線がたどる経路の長さであり、 $S_1$  は前記瞳面から前記被投射面までの前記中心主光線がたどる経路の長さであり、 $\beta$  は斜め投射方向の拡大倍率である。

【請求項 2】 以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載の投射光学系。

$$0 < (S_0 \times |\beta|) / S_1 < 5$$

【請求項 3】 前記複数の反射面が、回転非対称面であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の投射光学系。

【請求項 4】 前記画像表示素子の中間像を形成することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の投射光学系。

【請求項 5】 少なくとも 1 つの屈折光学素子を含むことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の投射光学系。

【請求項 6】 原画を形成する画像表示素子からの光束を、前記原画の中心から最終結像画像の中心に至る中心主光線に対して傾斜した被投射面に投射する投射光学系であって、

曲率を有する複数の反射面と、

前記複数の反射面のうち、前記被投射面に最も近い最終反射面よりも前記画像表示素子側の光路上に配置された絞りとを有し、

前記絞りと前記最終反射面との間に、前記絞りの像を形成することを特徴とす

る投射光学系。

【請求項 7】 前記複数の反射面が、回転非対称面であることを特徴とする請求項 6 に記載の投射光学系。

【請求項 8】 少なくとも 1 つの屈折光学素子を含むことを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の投射光学系。

【請求項 9】 前記複数の反射面のうち、前記瞳結像位置から前記被投射面に向かう光束がたどる反射面のうち少なくとも一面が負の光学パワーを有することを特徴とする請求項 6 から 8 のいずれか 1 項に記載の投射光学系。

【請求項 10】 前記複数の反射面のうち、前記絞りの像が形成される位置から前記画像表示素子側に向かって 1 番目の反射面は正の光学パワーを有し、前記絞りの像が形成される位置から前記被投射面側に向かって 1 番目の反射面は負の光学パワーを有することを特徴とする請求項 6 から 9 のいずれか 1 項に記載の投射光学系。

【請求項 11】 前記画像表示素子の法線と前記被投射面の法線とが実質的に 90 度をなすことを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載の投射光学系。

【請求項 12】 光源からの光で前記画像表示素子を照明する照明光学系と、請求項 1 から 11 のいずれか 1 項に記載の投射光学系とを有することを特徴とする投射型画像表示装置。

【請求項 13】 前記投射光学系から前記被投射面に向かう光路に平面反射面が設けられていることを特徴とする請求項 12 に記載の投射型画像表示装置。

【請求項 14】 請求項 12 又は 13 に記載の投射型画像表示装置と、前記画像表示素子に原画を表示させるための画像情報を前記投射型画像表示装置に供給する画像情報供給装置とを有することを特徴とする画像表示システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、プロジェクタ等の投射型画像表示装置に用いられる投射光学系に関するものである。

**【0002】****【従来の技術】**

従来、液晶表示パネル等の画像表示素子を光源からの光束により照明し、画像表示素子で画像変調された透過光又は反射光を用いて投射光学系により、スクリーン等の被投射面に拡大投射する、受動型のプロジェクタが種々提案されている。

**【0003】**

このようなプロジェクタに用いられる投射光学系には、投射画像の大型化を達成しつつも装置を薄型化するために、スクリーンに対して斜め方向からの投射（以下、斜め投射という）が可能なものがある。

**【0004】**

例えば、特開平5-100312号公報では、投射光学系として大画角の広角レンズを用い、投射光学系の光軸に対して、画像表示素子およびスクリーンをシフトして配置し、画角の端の部分を使用することによって斜め投射を行うものが提案されている。

**【0005】**

また、特開平5-80418号公報には、ライトバルブに基づく画像光を第1の投射光学系によって中間結像させ、第2の投射光学系によってスクリーンに拡大投射し、各投射光学系の光軸を適当に傾けることで、斜め投射を行うものが提案されている。

**【0006】**

特に最近では、非共軸光学系（オフアキシアル光学系）を利用して斜め投射を実現した投射光学系が提案されている。

**【0007】**

ここで、プロジェクタにおける非共軸光学系とは、画像表示素子に表示される原画の中心から瞳（絞り）の中心を通り、スクリーン上に投射された画像（最終結像画像）の中心に到達する光線を中心主光線としたとき、構成面における中心主光線との交点における法線が中心主光線の光路上にない曲面を含む光学系であり、その基準軸は折れ曲がった形状となる。



**【0008】**

このオフアキシャル光学系は、光路の折り畳み、引き回しが比較的自由に行えるので、小型の光学系を形成しやすい。また、構成面は一般的に非対称非球面であることから、斜め投射においても十分な収差補正を行うことが可能である。

**【0009】**

その有用性は、特開 2001-255462 号公報、特開 2001-215412 号公報および特開 2000-027307 号公報等において説明されている。

**【0010】**

本願図 9 には、上記特開 2001-255462 号公報にて提案されている投射光学系を示している。図中の P は画像表示パネル、K は画像表示パネル P で変調された光をスクリーン S に導光し、スクリーン S 上に画像を形成するためのオフアキシャル系を利用した複数の反射面から構成される投射光学系である。

**【0011】**

また、図 10 には、特開 2001-215412 号公報にて提案されている投射光学系を示す図である。図中の P は画像表示パネル、S はスクリーンを示す。投射光学系は偏心を含む屈折レンズ群と、複数の反射面から構成されるオフアキシャル光学系とより構成されている。

**【0012】****【発明が解決しようとする課題】**

プロジェクタにおいて、より大型の投射画像を得るためには、投射距離を長くすること、若しくは焦点距離を短くして高画角化を図る方法が考えられる。特開 2001-255462 号公報にて提案の投射光学系は、瞳結像を有しているので、焦点距離が短くなっている。

**【0013】**

しかしながら、瞳結像のなす位置は、画像表示パネルからスクリーンに至る光束が最後に通る曲率を持つ反射面とスクリーンとの間であるため、瞳結像位置からスクリーンまでの距離を十分に確保する必要がある。このため、投射距離が長くなっている。

## 【0014】

一方、特開 2001-215412 号公報において、画像表示パネルからスクリーンまでの中心主光線がたどる長さに対する、スクリーンから数えて最初の光学パワーを有する光学面からスクリーンまでの中心主光線がたどる長さの比率をある範囲に定めることで、投射距離が長くなりすぎず、しかも、スクリーンに近い光学素子の径が大きくなりすぎない投射光学系を提案している。

## 【0015】

しかしながら、上記特開 2001-215412 号公報記載されている条件の範囲では、より短い焦点距離で大型スクリーンに拡大する（高画角に対応する）投射光学系の場合、光学系の径を十分に小さく抑えることは難しい

ここで、光学系の径は、瞳面からスクリーンの間で大きくなり易い。これは、画像表示パネルから瞳面の間は、焦点距離に相当し、レンズを数多く配置することができず、必然的に瞳面からスクリーンの間にレンズが配されるためである。また、特に、瞳から最も離れて位置する光学系において径の拡大化が顕著となる。よって、光学系の径の巨大化を防ぐには、瞳面から最も離れた反射面までの距離を規定する必要がある。

## 【0016】

本発明は、投射距離が短く、コンパクトに構成され、斜め投射が可能な投射光学系および投射型画像表示装置を提供することを目的とする。

## 【0017】

## 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明では、原画を形成する画像表示素子からの光束を、原画の中心から最終結像画像の中心に至る光束の主光線である中心主光線に対して傾斜した被投射面に投射する投射光学系において、曲率を有する複数の反射面を有し、かつ以下の条件式を満たすようにしている。

## 【0018】

$$0 < (S_0 \times |\beta|) / S_1 < 8 \quad \dots (1)$$

但し、 $S_0$  は、被投射面に最も近い瞳面から上記複数の反射面のうち被投射面に最も近い最終反射面までの、中心主光線がたどる経路（光路）の長さであり、

S 1 は上記瞳面から被投射面までの中心主光線がたどる経路の長さであり、 $\beta$  は斜め投射方向の拡大倍率（ここでは、被投影面の法線と被投影面に入射する中心主光線とを含む平面内における拡大倍率）である。

#### 【0019】

また、本発明では、原画を表示する画像表示素子からの光束を、原画の中心から投射画像の中心に至る中心主光線に対して傾斜した被投射面に投射する投射光学系において、曲率を有する複数の反射面と、上記複数の反射面のうちの最終反射面よりも画像表示素子側の光路上に配置された絞りとを設ける。そして、絞りと上記最終反射面（最も被投影面に近い反射面）との間に絞りの像を形成する（瞳結像位置が存在する、或いは絞りと共役な面が存在する）ように構成する。

#### 【0020】

以上の発明によれば、投射距離が短く、コンパクトに構成され、斜め投射が可能な投射光学系および投射型画像表示装置を実現可能である。

#### 【0021】

##### 【発明の実施の形態】

本発明の実施形態の説明に入る前に、各実施形態における構成諸元の表し方及び実施形態全体の共通事項について説明する。図11は、本発明の光学系の構成データを定義するための座標系の説明図である。本発明の実施形態では、物体側から像面に進む1つの光線（図11中に一点鎖線で示すもので中心主光線又は基準軸光線と呼ぶ）に沿って*i* 番目の面を第*i* 面とする。

#### 【0022】

また、図11において、第1面R1は屈折面、第2面R2は第1面R1に対してチルトされた反射面、第3面R3、第4面R4は各々の前面に対してシフト、チルトされた反射面、第5面R5は第4面R4に対してシフト、チルトされた屈折面である。第1面R1から第5面R5までの各々の面はガラス、プラスチック等の媒質で構成される一つの光学素子上に構成されており、図11中では第1の光学素子B1としている。従って、図11の構成では、不図示の物体面から第1面R1までの媒質は空気、第1面R1から第5面R5まではある共通の媒質、第5面R5から不図示の第6面R6までの媒質は空気で構成される。

**【0023】**

本発明の光学系は、Off-Axial 光学系であるため、光学系を構成する各面は共通の光軸を持っていない。そこで、本発明の実施形態においては、第1面の中心を原点とする絶対座標系を設定する。そして、第1面の中心点である原点と最終結像面（最終結像画像）の中心とを通る光線（中心主光線又は基準軸光線）のたどる経路を光学系の基準軸と定義する。さらに、本実施例中の基準軸は方向（向き）を持っている。その方向は基準軸光線が結像に際して進行する方向である。

**【0024】**

本発明の実施形態においては、光学系の基準となる基準軸を上記の様に設定したが、光学系の基準となる軸の決め方は光学設計上、収差の取り纏め上、若しくは光学系を構成する各面形状を表現する上で都合の良い軸を採用すればよい。しかし、一般的には像面の中心と、絞り、入射瞳、射出瞳又は光学系の第1面の中心若しくは最終面の中心のいずれかを通る光線の経路を光学系の基準となる基準軸に設定する。

**【0025】**

つまり、本発明の実施形態においては、第1面の中心点を通り、最終結像面の中心へ至る中心主光線（基準軸光線）が各屈折面及び反射面によって屈折、反射する経路を基準軸に設定している。各面の順番は中心主光線が屈折、反射を受ける順番に設定している。従って、基準軸は設定された各面の順番に沿って屈折若しくは反射の法則に従ってその方向を変化させつつ、最終的に像面の中心に到達する。

**【0026】**

本発明の実施形態の光学系を構成するチルト面は、基本的にすべてが同一面内でチルトしている。そこで、絶対座標系の各軸を以下のように定める。

**【0027】**

Z軸：最も物体側（ここでは、縮小共役側、言い換えると共役長が短い共役面に近い側）の光学面である第1面R1の、前述の中心主光線が通る点における、第1面に対する法線方向とする。ここで、物体面から第1面R1に向かう方向を正とする。

**【0028】**

Y軸：原点を通りチルト面内（図11の紙面内）でZ軸に対して反時計回り方向に $90^\circ$ をなす方向を正とする。

**【0029】**

X軸：原点を通りZ、Y各軸に垂直な方向（図11の紙面に垂直な直線）。紙面手前側（Z軸の正の方向から見て、原点を中心にY軸を反時計回りに $90^\circ$ 回転させた方向）を正とする。

**【0030】**

また、光学系を構成する第i面の面形状を表すには、絶対座標系にてその面の形状を表記するより、基準軸（中心主光線）と第i面が交差する点を原点とするローカル座標系を設定して、ローカル座標系でその面の面形状を表した方が形状を認識する上で理解し易いため、第i面の面形状をローカル座標系で表すことにする。ローカル座標x軸、y軸、z軸は以下のように定義する。

**【0031】**

z軸：ローカル座標の原点を通り、このローカル座標の原点における第i面の法線方向であり、前述の絶対座標系のZ方向に対してなす角度が $90^\circ$ 未満である方向を正とする。

**【0032】**

y軸：ローカル座標の原点を通り、z方向に対し絶対座標のYZ面内において反時計回り方向に $90^\circ$ 回転させた方向を正とする。

**【0033】**

x軸：ローカル座標の原点を通り、YZ面に対し垂直な方向（z軸の正の方向から見て、原点を中心にy軸を反時計回りに $90^\circ$ 回転させた方向を正とする）。

**【0034】**

また、第i面のz軸の、YZ面内でのチルト角は、絶対座標系のZ軸に対して反時計回り方向を正とした角度 $\theta_i$ （単位 $^\circ$ ）で表す。ここでの角度 $\theta_i$ は、第i面のz軸の絶対座標系のZ軸に対する、YZ平面内での反時計回り方向への傾き角のことである。つまり、第i面のローカル座標（x，y，z）のy，z軸は

絶対座標系 (X, Y, Z) に対して YZ 面内で角度  $\theta_i$  傾いていると言うことができる。以下の実施形態 1、2、3 では、各面のローカル座標の原点は絶対座標系の YZ 平面上にある。また、以下の実施形態 1、2、3 においては、XZ および XY 面内での面の偏心はない。

### 【0035】

また、 $D_i$  は第  $i$  面と第  $(i+1)$  面のローカル座標の原点間の間隔を表すスカラー量である。 $N_{di}$ 、 $\nu_{di}$  はそれぞれ第  $i$  面と第  $(i+1)$  面間の媒質の屈折率とアッペ数である。

### 【0036】

ここで、球面は以下の式で表される形状である：

### 【0037】

【数 1】

【数 1】

$$z = \frac{(x^2 + y^2)/R_i}{1 + \left\{1 - (x^2 + y^2)/R_i^2\right\}^{1/2}}$$

### 【0038】

また、本発明の光学系は少なくとも回転非対称な非球面を 1 面以上有し、その形状は以下の式により表す：

$$\begin{aligned} z = & C02y^2 + C20x^2 + C03y^3 + C21x^2y + C04y^4 + C22x^2y^2 + C40x^4 \\ & + C05y^5 + C23x^2y^3 + C41x^4y + C06y^6 + C24x^2y^4 + C42x^4y^2 + C60x^6 \end{aligned}$$

上記曲面式は  $x$  に関して偶数次の項のみであるため、上記曲面式により規定される曲面は  $yz$  面を対称面とする面对称な形状である。さらに以下の条件が満たされる場合は  $xz$  面に対して対称な形状を表す。

### 【0039】

$$C03 = C21 = t = 0$$

さらに

$$C02 = C20$$

$$C04=C40 = C22/2$$

$$C06=C60 =C24/3 =C42/3$$

が満たされる場合は回転対称な形状を表す。以上の条件を満たさない場合は回転非対称な形状である。

#### 【 0 0 4 0 】

(第 1 実施形態)

図 1 は本発明の第 1 実施形態である投射光学系を用いたプロジェクタ（投射型画像表示装置）の光学全系の要部概略図である。また、図 2 には、投射光学系を拡大して示している。

#### 【 0 0 4 1 】

これらの図において、P は画像表示素子であり、反射型ドットマトリックス液晶やデジタルマイクロミラーデバイス等を用いることができる。

#### 【 0 0 4 2 】

画像表示素子 P には、図 2 に示すように、駆動回路 1 0 が接続されている。駆動回路 1 0 には、パーソナルコンピュータ、ビデオ、テレビ、DVD プレーヤー等の画像情報供給装置 2 0 から画像情報が入力され、駆動回路 1 0 は入力された画像情報に対応する原画を画像表示素子 P に表示させるようこれを駆動する。これについては以下の実施形態でも同様である。

#### 【 0 0 4 3 】

これらの図において、L は画像表示素子 P に光を照射する照明系である。照明系 L はランプ、コンデンサーレンズ、波長を選択するフィルター等から構成されている。

#### 【 0 0 4 4 】

K 1 は投射光学系であり、画像表示素子 P によって画像変調された光をスクリーン S に導光し、スクリーン S 上に画像を形成する。この投射光学系 K 1 はオフアキシタル系を利用した光学系である。

#### 【 0 0 4 5 】

ここで、投射光学系 K 1 について詳しく説明する。投射光学系 K 1 は曲率を有する複数の回転非対称形状の反射面により構成されている。図 1 および図 2 にお

いて、投射光学系K 1は、画像表示素子Pからの光線の通過順に、凹面鏡R 1と、凸面鏡R 2（絞りSS 0を有する）と、凹面鏡R 3と、凸面鏡R 4と、凹面鏡R 5と、凸面鏡R 6の6枚の反射面で構成されている。すべての反射面はYZ平面のみに対して対称な面である。

#### 【0046】

ここで、絞りSS 0の像は、凹面鏡R 5と凸面鏡R 6との間の位置SS 1で結像している。すなわち、絞りSS 0と画像表示素子PからスクリーンSに到達する光線が最後に通る、曲率を持つ光学面である凸面鏡R 6との間の位置（以下、瞳結像位置という）SS 1で瞳面を形成している。

#### 【0047】

また、瞳結像位置SS 1から画像表示素子Pに向かって1番目の反射面である凹面鏡R 5は正の光学パワーを有し、瞳結像位置SS 1からスクリーンS側に向かって1番目の反射面である凸面鏡R 6は負の光学パワーを有する。これにより、画像表示素子Pから瞳結像位置SS 1までの距離が短縮され、かつ瞳結像位置SS 1からスクリーンSまでの距離が短縮されることから、投影距離をさらに短くすることが出来る。

#### 【0048】

さらに、本投射光学系において、投射距離をより短く、かつスクリーンSに近い光学面の径が大きくならないためには、以下の条件（1）を満たすことが望ましい。

#### 【0049】

$$0 < (S0 \times |\beta|) / S1 < 8 \quad \dots (1)$$

但し、S 0は6枚の反射面（R 1～R 6）のうちの最終反射面である凸面鏡R 6に対して画像表示素子Pにおいて最も近い瞳面（瞳結像位置SS 1）から凸面鏡R 6までの中心主光線がたどる経路の長さであり、S 1は上記瞳面からスクリーンSまでの中心主光線がたどる経路の長さであり、 $\beta$ は斜め投射方向の拡大倍率である。

#### 【0050】

上記条件式（1）は、瞳面から最も離れた反射面である凹面鏡R 1までの距離



を規定する式である。画像表示素子Pから瞳面（瞳結像位置SS1）の間は、この投射光学系K1の焦点距離に相当し、レンズを数多く配置することが困難なため、光学系の径は、瞳面（瞳結像位置SS1）からスクリーンSの間で大きくなり易い。なかでも、瞳面から画像表示素子P側に最も離れて位置する光学面の径の拡大が顕著となる。特に、高画角を有する光学系においては、その影響は大きい。

#### 【0051】

よって、瞳面から画像表示素子P側において最も離れて位置する光学面の径が大きくならないためには、瞳面から最も離れた凹面鏡R1までの距離を規定する必要がある。

#### 【0052】

$(S0 \times |\beta|) / S1$  の値が上記条件式(1)の上限を超えると、スクリーンSに近い反射面の径が大きくなり、コストアップにつながる。また、条件式(1)の下限を下回る、すなわち、瞳面の位置が画像表示素子PからスクリーンSに到達する光線が最後に通る曲率を持つ凸面鏡R6よりもスクリーンS寄りとなった場合、投射距離が長くなり、薄型化の効果が小さくなる。

#### 【0053】

本実施形態の場合、 $S0=46.1$ 、 $S1=1046$ 、 $\beta=40$ であり、このため、

$$(S0 \times |\beta|) / S1 = 1.76$$

となる。

#### 【0054】

本実施形態では、画像表示素子Pの大きさは縦方向に12.4mm、横方向に22.1mm、スクリーンSは縦方向に498mm 横方向に885mm で、斜め投射方向の拡大倍率 $\beta$ は40である。また、スクリーンSの法線Saは基準軸Aに対して40度傾いている。以下、本実施形態に用いられる投射光学系K1の構成データを示す。以下の構成データでは、画像表示素子PからスクリーンSに至る順に各面に番号を付している。

物体側開口値 0.08

| i | Yi      | Zi      | $\theta_i$ | Di      | Ni | $\nu_i$ |
|---|---------|---------|------------|---------|----|---------|
| 1 | 0.00    | 0.00    | 0.00       | 56.76   | 1  | 反射面     |
| 2 | 10.71   | -55.74  | 14.13      | 64.51   | 1  | 反射面、絞り  |
| 3 | 51.42   | -5.70   | 24.13      | 67.59   | 1  | 反射面     |
| 4 | 40.69   | -72.43  | 41.13      | 68.05   | 1  | 反射面     |
| 5 | 105.81  | -52.68  | 47.40      | 110.43  | 1  | 反射面     |
| 6 | 65.03   | -155.30 | 46.68      | 1000.00 | 1  | 反射面     |
| 7 | 1014.32 | 159.09  | 31.68      |         | 1  | 像面      |

## 非球面形状

R 1面 C02=-3.85514e-003 C20=-4.70776e-003  
 C03=-6.01477e-006 C21=7.63415e-006  
 C04=-9.29336e-007 C22=-6.48743e-007 C40=-1.65168e-007  
 C05=5.44406e-009 C23=-1.66977e-008 C41=-6.26718e-009  
 C06=2.25085e-010 C24=-3.91876e-010 C42=-3.90924e-010  
 C60=-7.12693e-011

R 2面 C02=-2.42541e-003 C20=-3.78075e-003  
 C03=3.26301e-005 C21=5.40437e-005  
 C04=-2.24073e-006 C22=-1.62725e-006 C40=-2.85399e-007  
 C05=1.82912e-008 C23=-3.44283e-008 C41=-3.09964e-008  
 C06=-4.01368e-010 C24=1.97237e-009 C42=-1.47562e-009  
 C60=-6.47878e-010

R 3面 C02=-4.22738e-003 C20=-4.63587e-003  
 C03=4.78509e-006 C21=3.10784e-006  
 C04=-2.12346e-007 C22=-1.66509e-007 C40=-6.96903e-008  
 C05=-2.10613e-009 C23=-2.42411e-009 C41=6.59704e-010

C06=8.31338e-012 C24=7.63810e-012 C42=-4.88019e-011  
C60=7.52629e-011

R 4面 C02=-3.25274e-003 C20=-8.61030e-003  
C03=-4.95358e-005 C21=-8.03344e-005  
C04=-1.23822e-006 C22=2.09653e-006 C40=2.92425e-006  
C05=-2.16840e-007 C23=5.06569e-008 C41=8.98138e-008  
C06=6.55391e-010 C24=3.77927e-010 C42=1.83979e-009  
C60=-2.94289e-009

R 5面 C02=-5.07944e-003 C20=-5.83334e-003  
C03=-2.06964e-005 C21=-5.25282e-006  
C04=2.21360e-007 C22=-5.92065e-008 C40=-1.47013e-007  
C05=5.29859e-009 C23=-6.04296e-009 C41=-2.78952e-009  
C06=-8.29096e-013 C24=2.33718e-011 C42=2.57878e-011  
C60=3.56041e-013

R 6面 C02=-7.97556e-004 C20=-2.17105e-003  
C03=1.67223e-005 C21=8.84246e-005  
C04=-3.29418e-007 C22=-9.85571e-007 C40=1.62308e-006  
C05=-3.24574e-009 C23=4.14815e-008 C41=-1.12141e-007  
C06=-2.55783e-010 C24=-5.46939e-010 C42=3.54399e-010  
C60=1.27042e-009

次に、本実施形態の投射光学系K 1における光学作用を説明する。照明系Lの光源から発せられた光は、不図示のコンデンサーレンズ、カラーフィルター等を通り、画像表示素子Pを照射する。画像表示素子Pで光変調された光は、投射光学系K 1を構成する6枚の反射面（R 1～R 6）で順次反射しながら進み、スクリーンSに導光され、画像表示素子Pに表示された原画に対応する投射画像が拡

大投影される。

#### 【0055】

ここで、本実施形態の投射光学系K1のポットダイアグラムを図3に、ディストーションを図4に記した。スポットダイアグラムは、スクリーンSにおける結像性能を、波長643.85nmの光束について示している。本実施形態の投射光学系K1は、反射面のみから構成されているので色収差は生じないため、1波長の光についてのスポットダイアグラムのみを記載している。

#### 【0056】

一方、ディストーション図は、画像表示素子Pでの長方形の網目に対応するスクリーンS上での像高位置を記している。縦軸（y）方向の100%像高に相当する位置は、画面中心から縦方向に498mm、横軸（x）方向の100%像高に相当する位置は、画面中心から横方向に855mmの位置である。

#### 【0057】

（第2実施形態）

図5には、本発明の第2実施形態である投射光学系を用いたプロジェクタの光学全系の要部概略図である。また、図6には、投射光学系を拡大して示している。

#### 【0058】

これらの図において、Pは画像表示素子であり、反射型ドットマトリックス液晶やデジタルマイクロミラーデバイス等を用いることができる。

#### 【0059】

Lは画像表示素子Pに光を照射する照明系である。照明系Lはランプ、コンデンサーレンズ、波長を選択するフィルター等から構成されている。

#### 【0060】

Kは画像表示素子Pによって画像変調された光をスクリーンSに導光し、スクリーンS上に画像を形成する投射光学系であり、画像表示素子P側から順に、複数の共軸屈折レンズにより構成される屈折光学系K2と、オフアキシタル系を利用した反射光学系K3とにより構成されている。

#### 【0061】

反射光学系K 3は、曲率を有する複数の回転非対称形状の反射面により構成されている。

#### 【0062】

具体的には、反射光学系K 3は、画像表示素子Pからの光線の通過順に、凸面鏡R 14と、凹面鏡R 15と、凹面鏡Rの3枚の反射面から構成されている。反射光学系K 3において、すべての反射面はYZ平面のみに対して対称な面であり、凸面鏡R 14はy軸方向に25mmシフトしている。

#### 【0063】

ここで、絞りSS0の像は、凸面鏡R 15と凸面鏡R 16との間の位置SS1で結像している。すなわち、絞りSS0と、画像表示素子PからスクリーンSに到達する光線が最後に通る、曲率を持つ光学面である凸面鏡R 16との間の位置（以下、瞳結像位置という）SS1で瞳面を形成している。

#### 【0064】

このように、投射光学系Kを回転非対称形状の反射面のみで構成するのではなく、共軸屈折光学系K 2を加えることにより、BK屈折光学系K 2に光学パワーを分担させることができるので、製造コストの高い回転非対称形状の反射面の枚数をより少なく抑えられる。また、回転非対称形状の反射面1枚あたりの光学パワーが小さくなるので、製造時の誤差に対する許容量を大きくすることができる。

#### 【0065】

また、瞳結像位置SS1から画像表示素子Pに向かって1番目の反射面である凹面鏡R 15は正の光学パワーを有し、瞳結像位置SS1からスクリーンS側に向かって1番目の反射面である凸面鏡R 16は負の光学パワーを有する。これにより、画像表示素子Pから瞳結像位置SS1までの距離が短縮され、かつ瞳結像位置SS1からスクリーンSまでの距離が短縮されることから、投影距離をさらに短くすることが出来る。

#### 【0066】

また、投射光学系Kにおいて、投射距離をより短く、かつスクリーンSに近い光学面の径が大きくなりえないために、上記条件式(1)を満たすことが望ましい

。

## 【 0 0 6 7 】

本実施形態の場合、 $S_0 = 43.0$ 、 $S_1 = 831$ 、 $\beta = 69.1$ であり、このため、

$$(S_0 \times |\beta|) / S_1 = 3.58$$

となる。

## 【 0 0 6 8 】

本実施形態では、画像表示素子 P の大きさは縦方向に 14mm、横方向に 19mm、スクリーン S は縦方向に 966mm、横方向に 1314mm で、斜め投射方向の拡大倍率  $\beta$  は 69.15 である。

## 【 0 0 6 9 】

また、スクリーン S の法線  $S_a$  は基準軸 A に対し 50.9 度傾いている。以下、本実施形態に用いられる投射光学系 K の構成データを示す。以下の構成データでは、画像表示素子 P からスクリーン S に至る順に各面に番号を付している。

物体側開口値 0.21

| i  | Yi     | Zi     | $\theta_i$ | Di    | Ni      | $\nu_i$ |     |
|----|--------|--------|------------|-------|---------|---------|-----|
| 1  | -10.45 | 50.18  | -12.00     | 0.10  | 1       |         | 絞り  |
| 2  | -10.47 | 50.28  | -12.00     | 6.00  | 1.85504 | 0.00    | 反射面 |
| 3  | -11.72 | 56.15  | -12.00     | 11.46 | 1       |         | 屈折面 |
| 4  | -14.10 | 67.36  | -12.00     | 2.00  | 1.76859 | 0.00    | 屈折面 |
| 5  | -14.52 | 69.31  | -12.00     | 7.52  | 1.48915 | 0.00    | 屈折面 |
| 6  | -16.08 | 76.67  | -12.00     | 0.10  | 1       |         | 屈折面 |
| 7  | -16.10 | 76.77  | -12.00     | 2.00  | 1       |         | 屈折面 |
| 8  | -16.52 | 78.73  | -12.00     | 8.00  | 1.48915 | 0.00    | 屈折面 |
| 9  | -18.18 | 86.55  | -12.00     | 2.00  | 1.76859 | 0.00    | 屈折面 |
| 10 | -18.60 | 88.51  | -12.00     | 19.84 | 1       |         | 屈折面 |
| 11 | -22.72 | 107.91 | -12.00     | 1.90  | 1.65222 | 0.00    | 屈折面 |
| 12 | -23.12 | 109.77 | -12.00     | 6.36  | 1.85504 | 0.00    | 屈折面 |

|    |        |        |        |        |   |     |
|----|--------|--------|--------|--------|---|-----|
| 13 | -24.44 | 116.00 | -12.00 | 135.84 | 1 | 屈折面 |
| 14 | -77.14 | 243.67 | -24.00 | 156.11 | 1 | 反射面 |
| 15 | 42.95  | 137.96 | -18.00 | 150.00 | 1 | 反射面 |
| 16 | 39.23  | 287.96 | -44.60 | 350.00 | 1 | 反射面 |
| 17 | 389.20 | 283.02 | -37.19 | 438.55 | 1 | 反射面 |
| 18 | 501.28 | 707.01 | -37.19 | 0.00   | 1 | 反射面 |
| 19 | 501.28 | 707.01 | -37.19 |        | 1 | 像面  |

## 球面形状

R 2面 r 2= 51.550  
R 3面 r 3= 799.180  
R 4面 r 4=-371.002  
R 5面 r 5= 35.660  
R 6面 r 6= -49.426  
R 7面 r 7= 333.809  
R 8面 r 8= -26.698  
R 9面 r 9= -75.896  
R10面 r10= -144.207  
R11面 r11=220.204  
R12面 r12=-86.830  
R13面 r13=INFINITY

## 非球面形状

R 1 4 面 C02=1.56917e-003 C20=1.18915e-003  
C03=-2.54018e-005 C21=-1.87725e-005  
C04=3.93797e-007 C22=7.81221e-007 C40=1.27036e-007

C05=-1.42359e-009 C23=-9.62848e-009 C41=-3.95620e-009  
C06=-5.96310e-012 C24=3.85809e-011 C42=1.70824e-011  
C60=1.96716e-011

R 1 5 面 C02=3.10814e-003 C20=4.57287e-003  
C03=1.21999e-005 C21=1.92043e-005  
C04=4.80365e-008 C22=1.23036e-007 C40=2.93548e-008  
C05=9.37615e-010 C23=1.45812e-009 C41=4.43416e-010  
C06=3.19557e-012 C24=2.07844e-012 C42=-1.33848e-012  
C60=-8.77205e-013

R 1 6 面 C02=-4.75238e-004 C20=-1.11111e-004  
C03=-5.56000e-008 C21=-3.15944e-006  
C04=1.51670e-008 C22=2.76942e-008 C40=-3.22758e-009  
C05=-2.32814e-010 C23=-2.14547e-011 C41=1.18082e-010  
C06=1.23430e-012 C24=-1.64855e-012 C42=-1.30829e-012  
C60=-1.98888e-013

次に、本実施形態の投射光学系 K 1 における光学作用を説明する。照明系 L の光源から発せられた光は、不図示のコンデンサーレンズ、カラーフィルター等を通り、画像表示素子 P を照射する。画像表示素子 P で光変調された光は、まず投射光学系 K を構成する屈折光学系 K 2 を透過し、続いて 3 枚の反射面 (R 1 4 ~ R 1 6) で順次反射しながら進み、スクリーン S に導光され、画像表示素子 P に表示された原画に対応する投射画像が拡大投影される。

#### 【 0 0 7 0 】

ここで、本実施形態の投射光学系 K のポットダイアグラムを図 7 に、ディストーションを図 8 に記した。スポットダイアグラムは、スクリーン S における結像性能を、波長 643.85mm, 546.07mm, 435.83mm の光束について示している。

#### 【 0 0 7 1 】



一方、ディストーション図は、画像表示素子Pでの長方形の網目に対応するスクリーンS上での像高位置を記している。縦軸（y）方向の 100%像高に相当する位置は、画面中心から縦方向に966mm、横軸（x）方向の100 %像高に相当する位置は、画面中心から横方向に1314mmの位置である。

#### 【0 0 7 2】

下記の表1には、上記第1および第2実施形態（表中には実施例と記す）におけるS0、S1、 $\beta$ および $(S0 \times |\beta|) / S1$ の値をまとめて示している。

#### 【0 0 7 3】

【表1】

【表1】

|       | S0   | S1   | $\beta$ | $(S0 \times \beta) / S1$ |
|-------|------|------|---------|--------------------------|
| 第1実施例 | 46.1 | 1046 | 40      | 1.76                     |
| 第2実施例 | 43   | 831  | 69.1    | 3.58                     |

#### 【0 0 7 4】

ここで、条件式（1）の上限値を小さくして、以下の条件式（1）'を満たすようにしてもよい。

#### 【0 0 7 5】

$$0 < (S0 \times |\beta|) / S1 < 5 \quad \dots (1)'$$

この条件式（1）'を満足することにより、投射距離をさらに短く、かつスクリーンSに近い光学面の径をより小さくすることができる。

#### 【0 0 7 6】

なお、本発明の投射光学系を構成する反射面の枚数は上記各実施形態のものに限られない。また、第2実施形態のように投射光学系に屈折光学素子を含ませる

場合でも、その屈折光学素子の枚数は第2実施形態のものに限られない。

**【0077】**

ここで、第1実施形態及び第2実施形態では、前述の複数の（屈折力を有する）反射内部を通る中心主光線が含まれる平面が、スクリーン（被投影面）と垂直になるように構成していたがこの限りではない。具体的には、中心主光線が含まれる平面がスクリーンと実質的に平行になるように構成しても構わない。或いは、画像表示素子（透過型液晶パネル、反射型液晶パネル、DMD等の公知の画像表示デバイス）の画像表示面に対する法線と、スクリーンの法線とが垂直になるように構成しても構わない。

**【0078】**

このような場合、複数の反射面のうち最終反射面（スクリーンに最も近い屈折力を有する面）とスクリーンとの間に、中心主光線の光路をスクリーン方向に向けるために、屈折力の無い平面ミラー等の反射部材を用いることにより、本発明の特徴を生かしたまま光路を折り曲げることができ、さらなる装置全体の小型化、薄型化を図ることができる。好ましくは、平面ミラーは2枚乃至3枚用いるのがよい。

**【0079】**

また、本発明は投射光学系及び投射型画像表示装置に限定された発明ではなく、公知の各種コンピューター、カメラ（ビデオカメラ、デジタルカメラ等）、ビデオデッキ、携帯電話、電波受信装置（有線、無線不問）等の画像情報供給装置により、液晶パネル等の画像表示素子に原画を形成させるための画像情報を供給するように構成した画像表示システムにも適用可能である。

**【0080】**

**【発明の効果】**

以上説明したように、本発明によれば、斜め投射を行う投射型画像表示装置において、装置のコンパクト化を図りつつ、拡大率が高く、投射距離が短い高性能な投射型表示装置を実現することができる。

**【図面の簡単な説明】**

**【図1】**

本発明の第 1 実施形態であるプロジェクタの光学全系の構成図。

【図 2】

図 1 に示す光学系のうち投射光学系の構成図。

【図 3】

図 1 に示す投射光学系のスポットダイアグラム。

【図 4】

図 1 に示す投射光学系のディストーション図。

【図 5】

本発明の第 2 実施形態であるプロジェクタの光学全系の構成図。

【図 6】

図 5 に示す光学系のうち投射光学系の構成図。

【図 7】

図 5 に示す投射光学系のスポットダイアグラム。

【図 8】

図 5 に示す投射光学系のディストーション図。

【図 9】

従来の斜め投射光学系の構成図。 1

【図 1 0】

従来の斜め投射光学系の構成図。

【図 1 1】

本発明の実施形態で用いる座標系の説明図。

【符号の説明】

P 画像表示素子

L 照明系

S スクリーン

R 1 ～ R 6, R 1 4 ～ R 1 6 反射面

K 1, K 投射光学系

K 2 屈折光学系

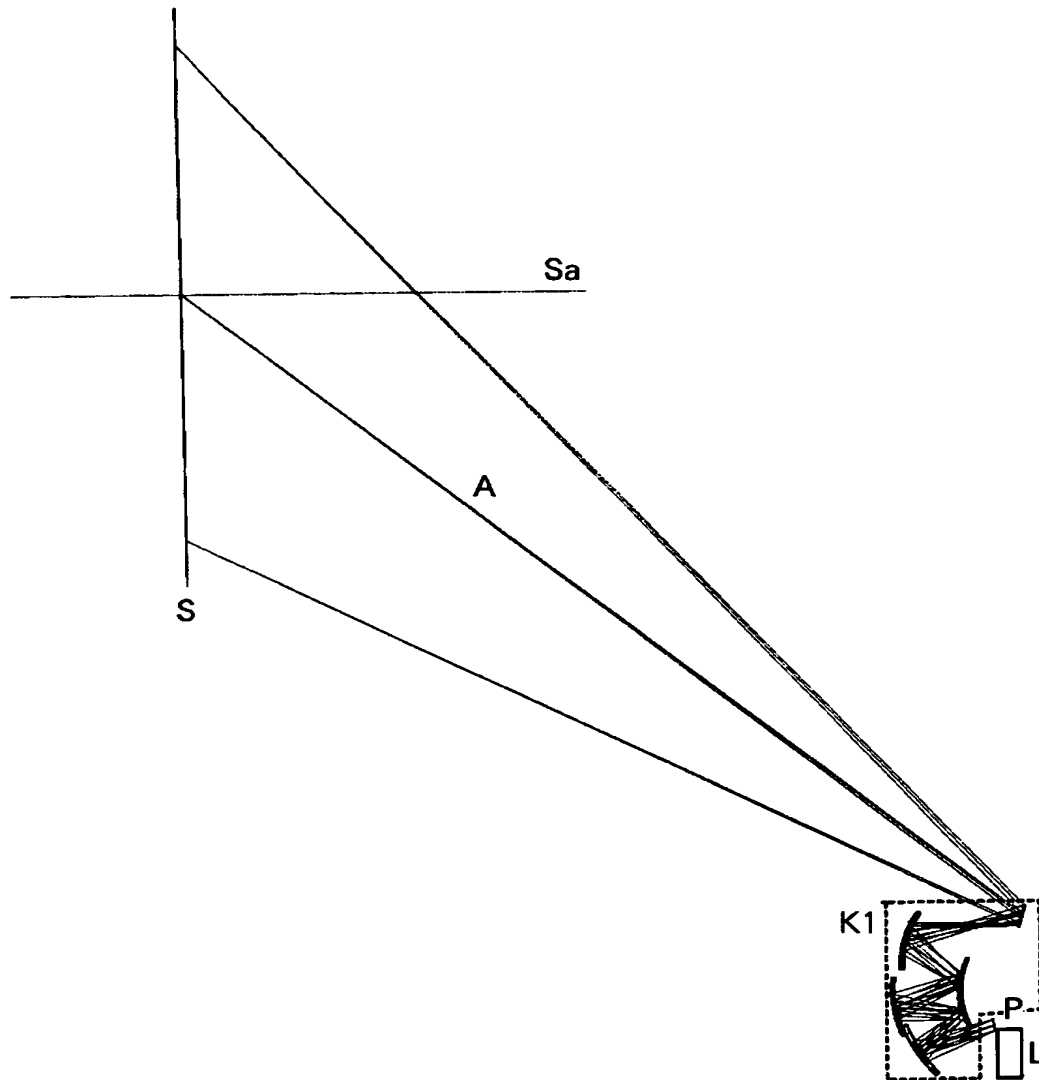
K 3 反射光学系

S S 0 絞り

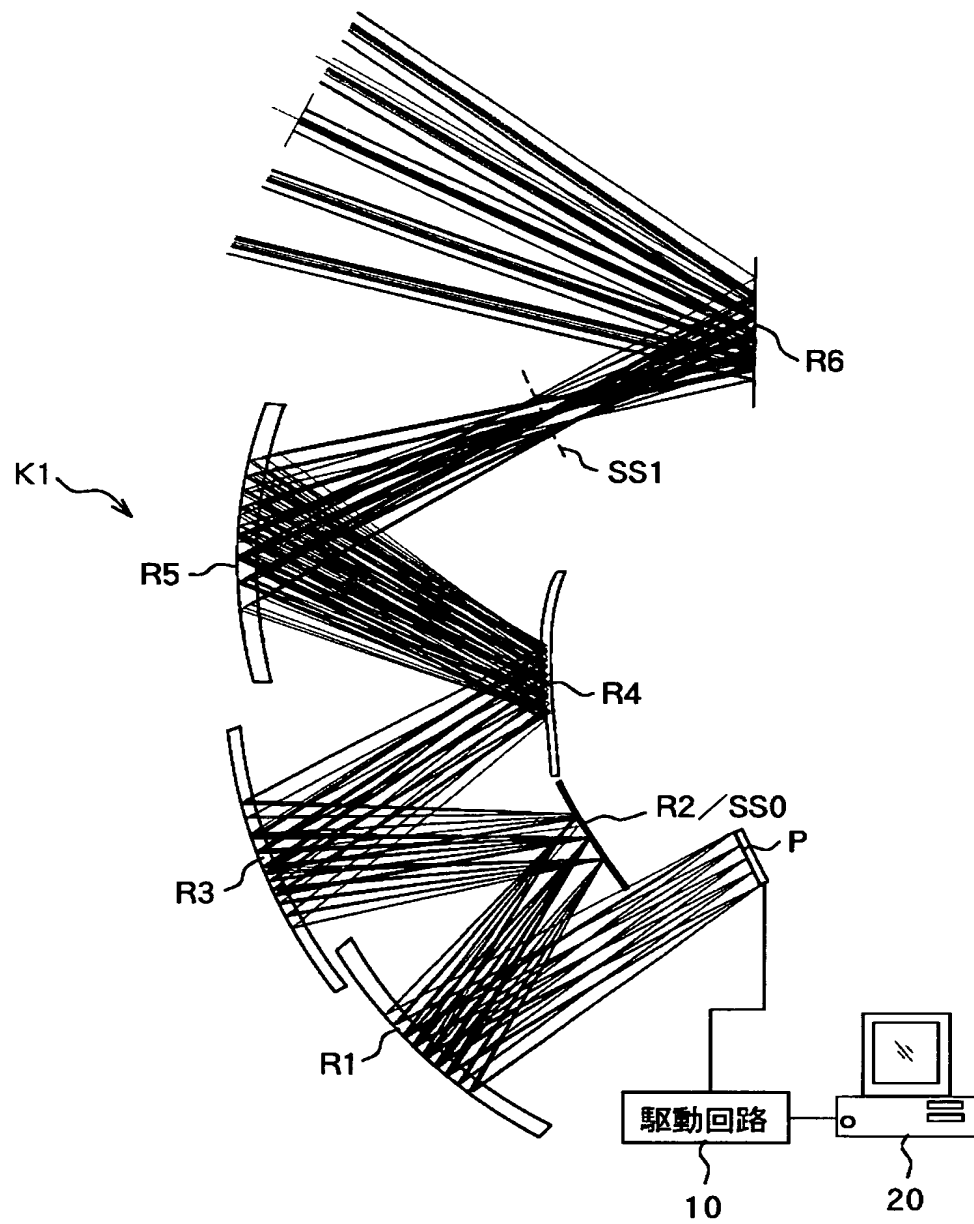
S S 1 瞳結像位置

【書類名】 図面

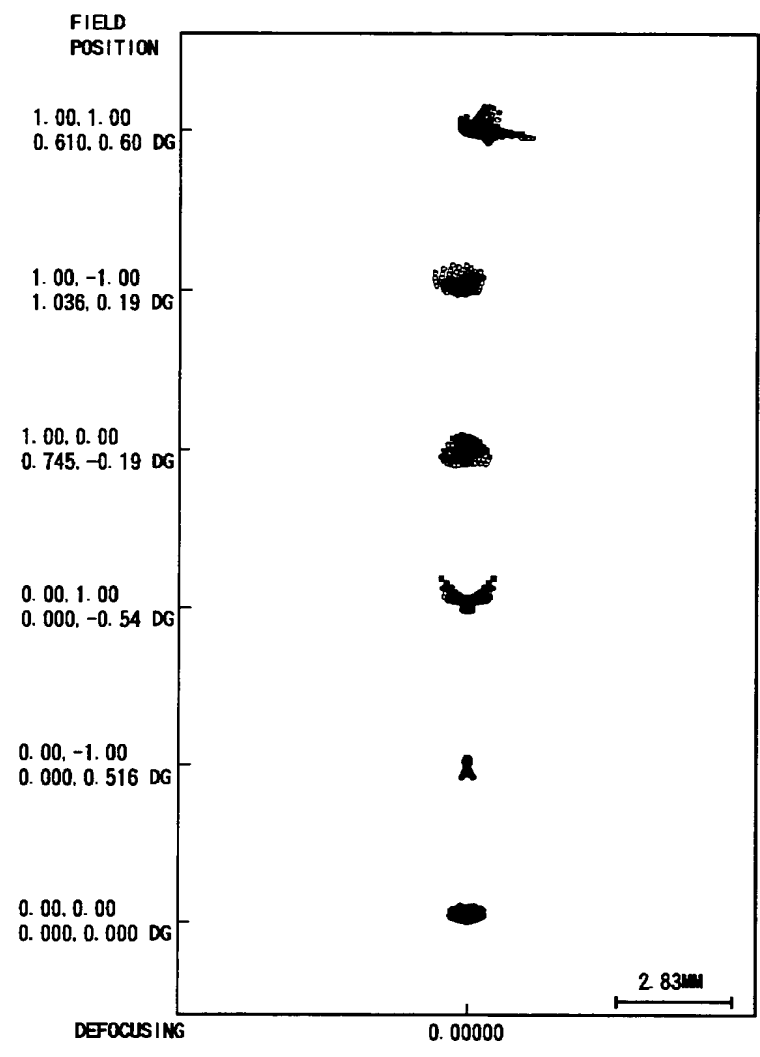
【図 1】



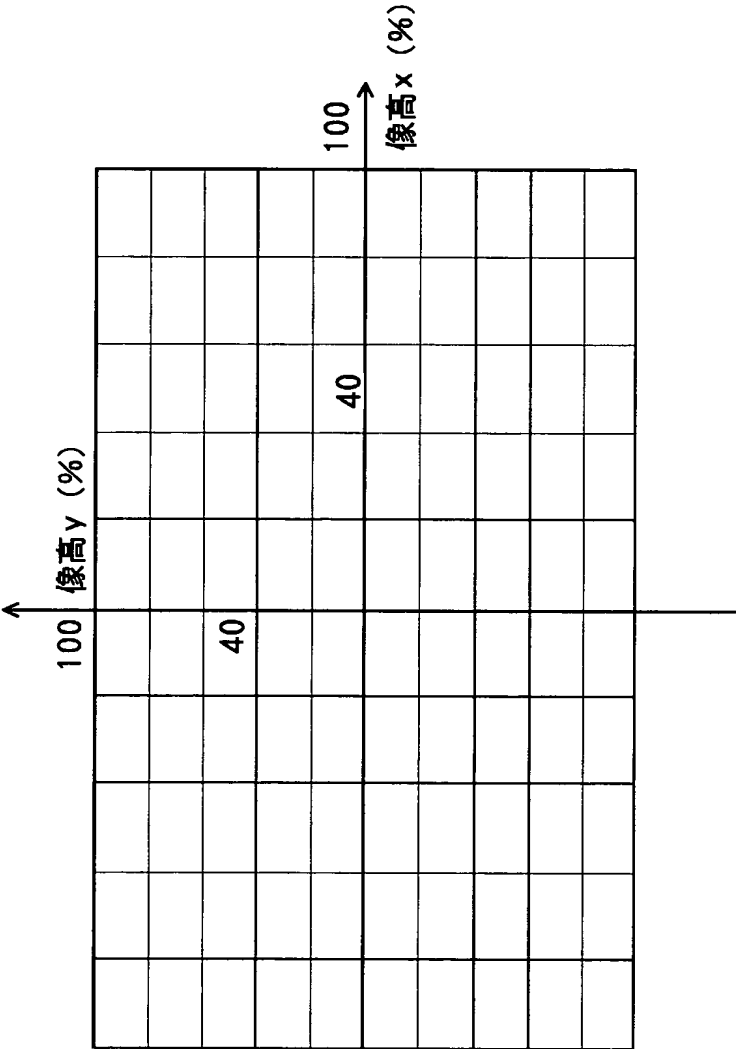
【図 2】



【図 3】

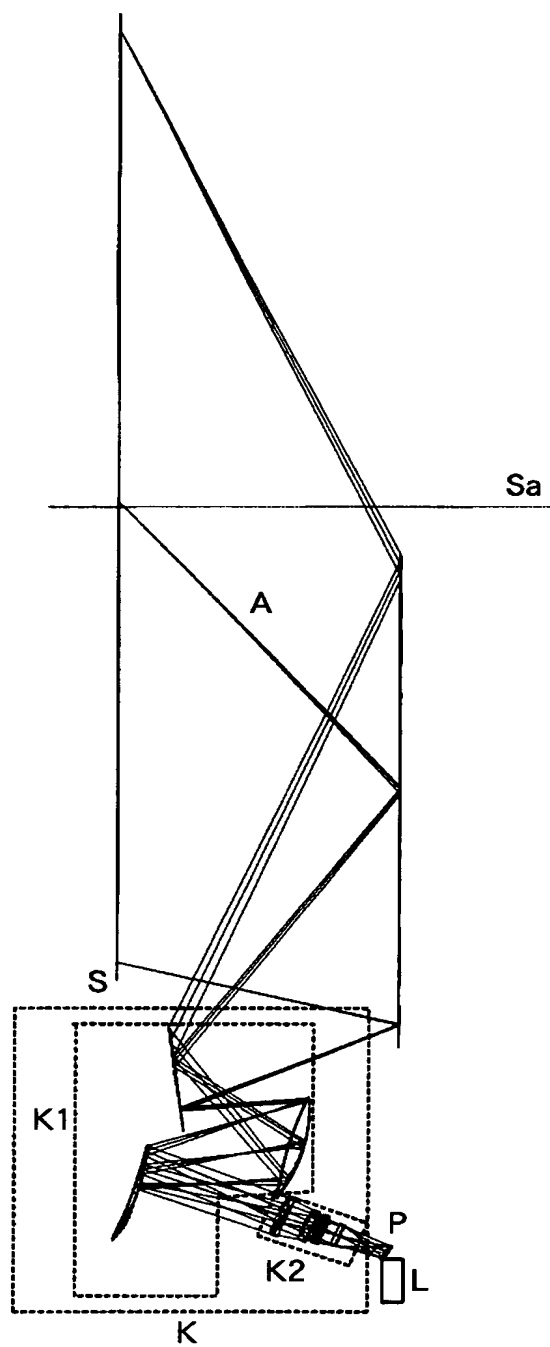


【図 4】

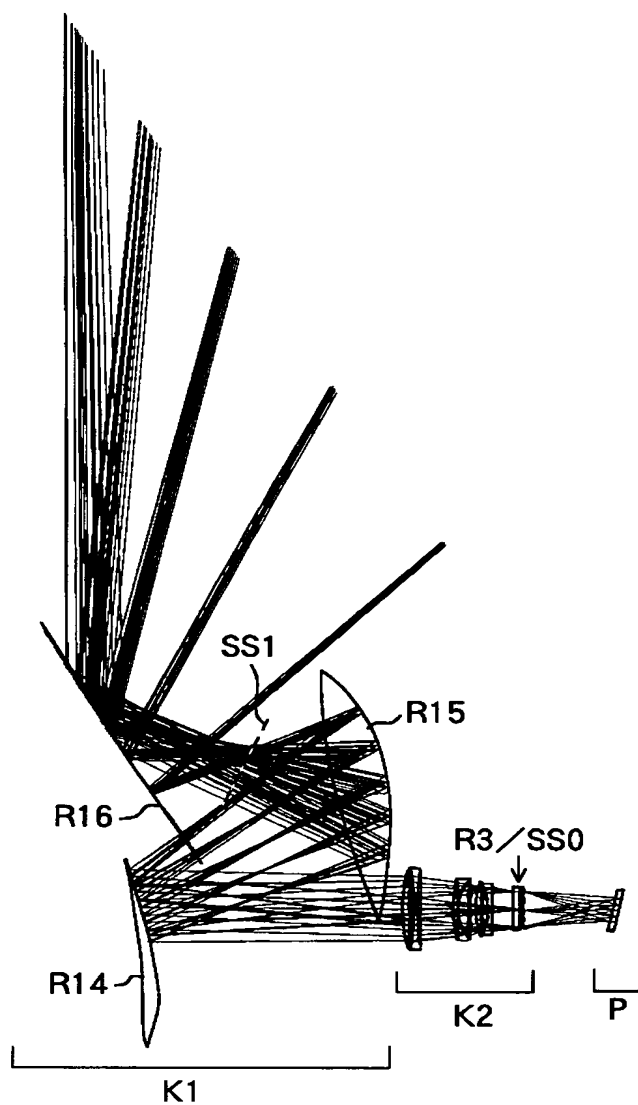




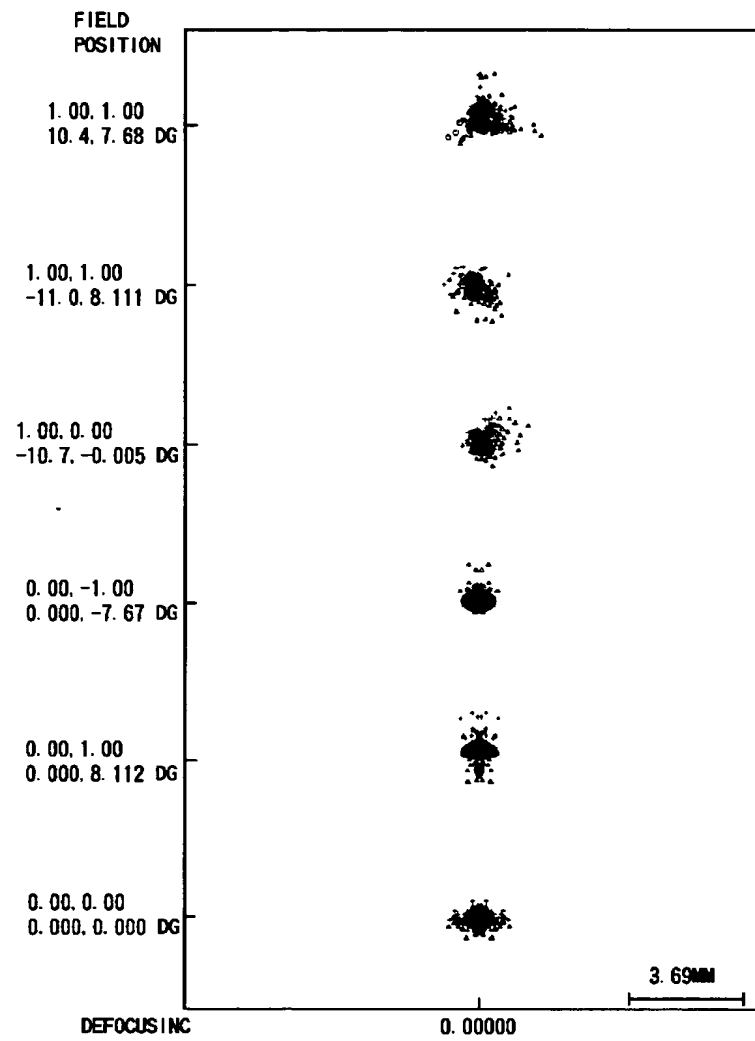
【図 5】



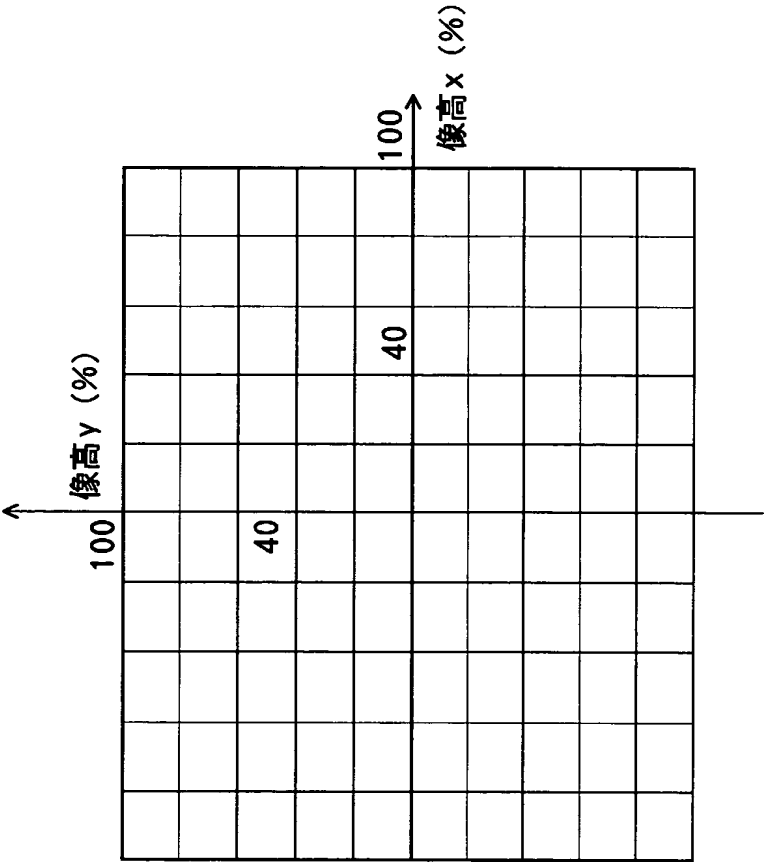
【図 6】



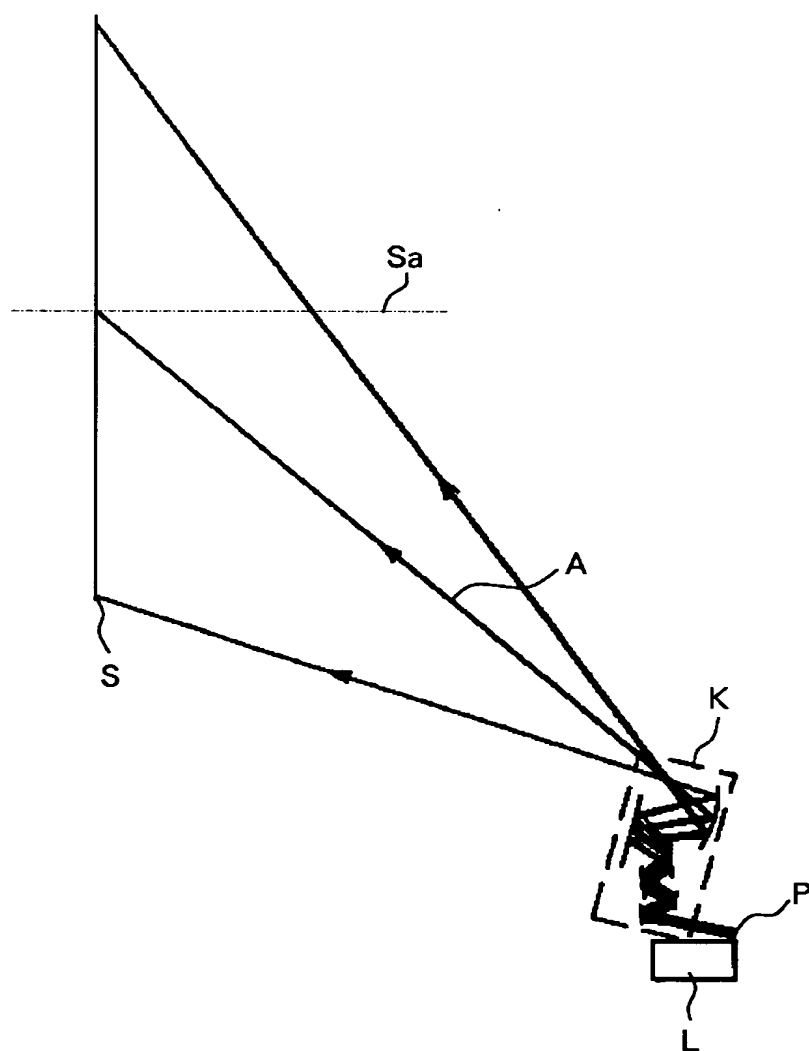
【図 7】



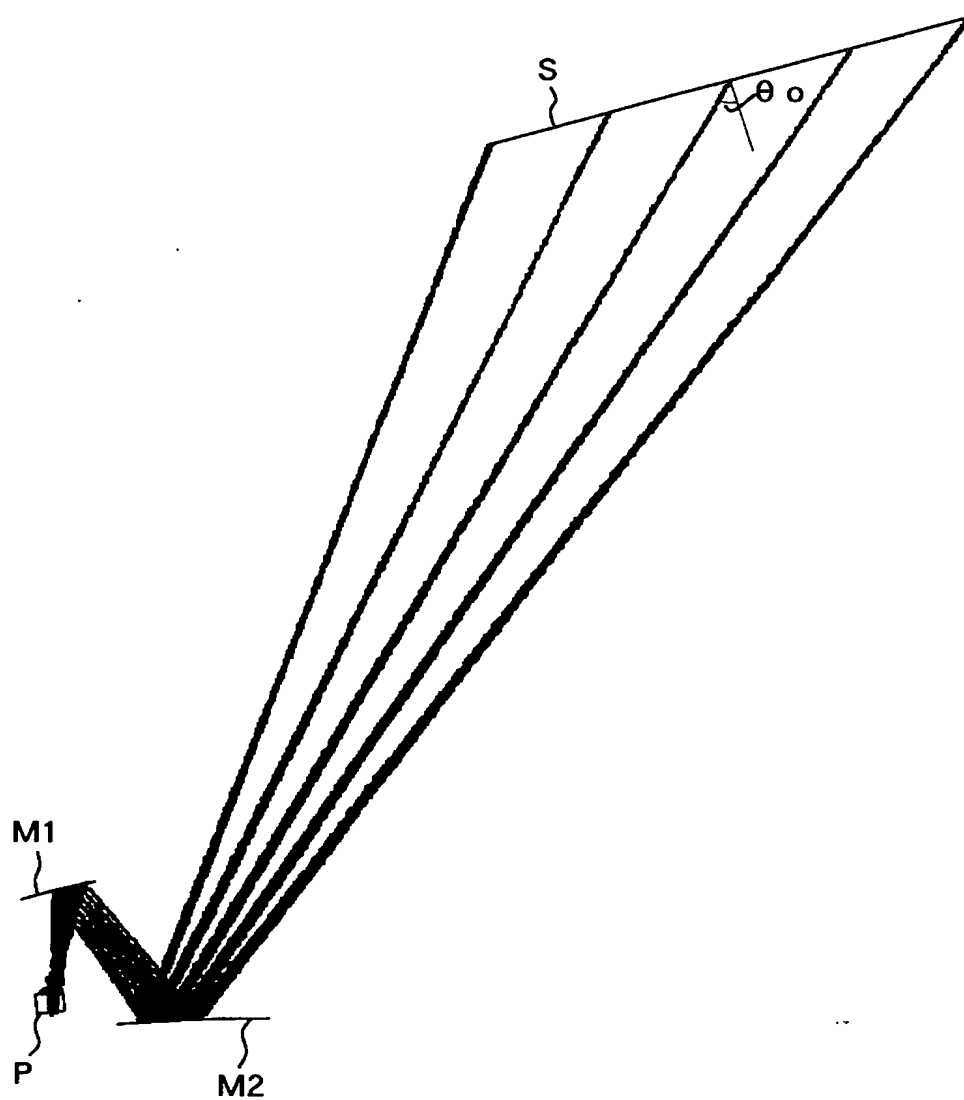
【図 8】



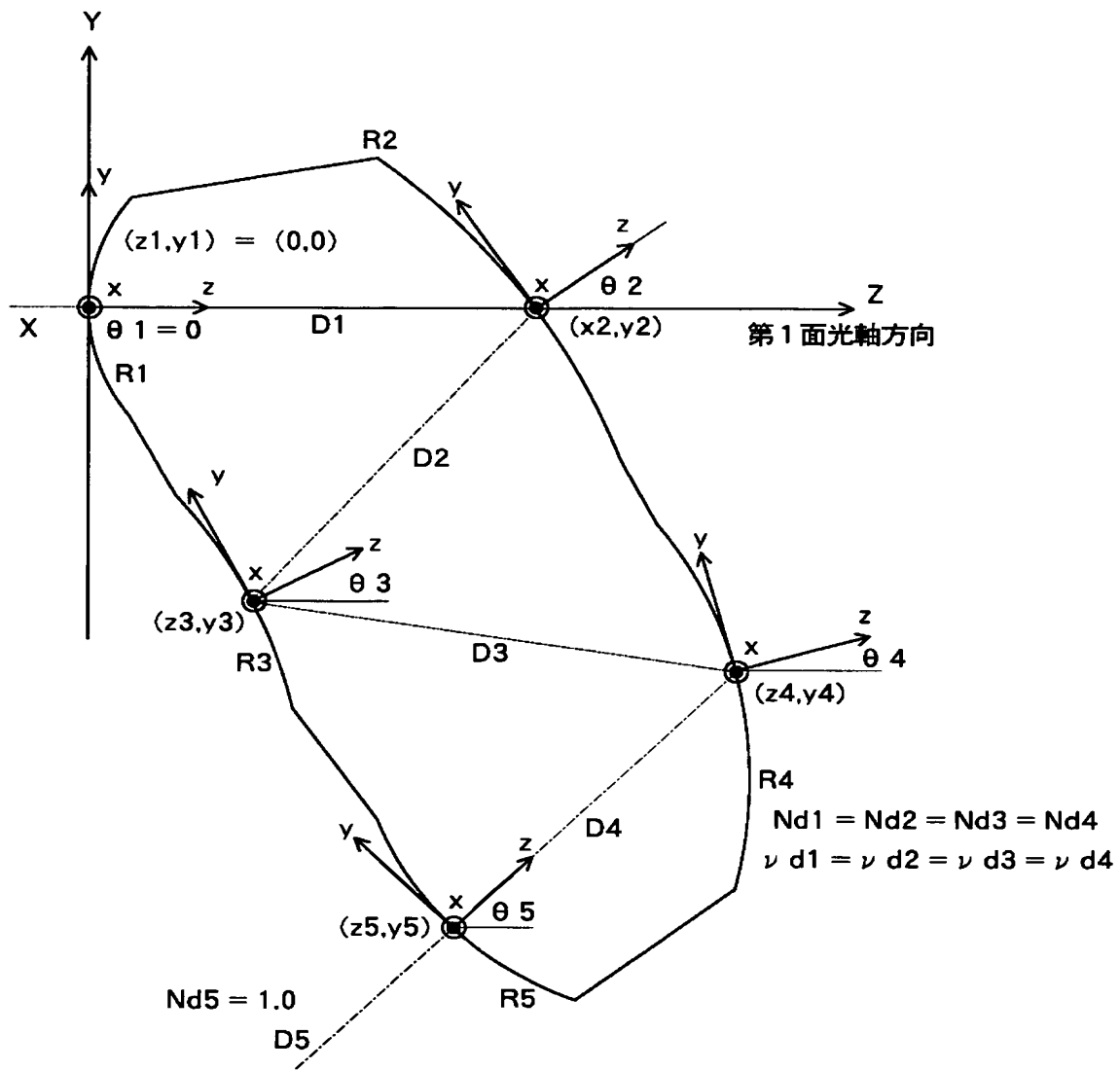
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 投射距離が短く、コンパクトで、斜め投射が可能な投射光学系および投射型画像表示装置が望まれている。

【解決手段】 原画を表示する画像表示素子Pからの光束を、原画の中心から最終結像画像の中心に至る光束の主光線である中心主光線Aに対して傾斜した被投射面Sに投射する投射光学系Kにおいて、曲率を有する複数の反射面R1～R6を設け、かつ以下の条件式を満たすようにする。

$$0 < (S_0 \times |\beta|) / S_1 < 8$$

但し、 $S_0$ は被投射面に最も近い瞳面から上記複数の反射面のうち被投射面に最も近い最終反射面までの、中心主光線がたどる経路の長さであり、 $S_1$ は上記瞳面から被投射面までの中心主光線がたどる経路の長さであり、 $\beta$ は斜め投射方向の拡大倍率である。

【選択図】 図1



特 願 2 0 0 2 - 2 2 1 7 7 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 1 0 0 7 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

氏 名

キヤノン株式会社